



(19) RU (11) 2 111 543 (13) C1  
(51) МПК<sup>6</sup> G 08 C 19/02

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94019337/09, 20.08.1992

(30) Приоритет: 25.09.1991 US 766,667

(46) Дата публикации: 20.05.1998

(56) Ссылки: WO, заявка, 89/04089, кл. H 03 M 1/00, g 08 C 19/16, 1989. US, патент, 4804958, кл. G 08 C 19/02, 1989. US, патент, 3948098, кл. G 01 F 1/32, 1976. SU, авторское свидетельство, 477441, кл. G 08 C 19/02, 1975.

(71) Заявитель:  
Роузмаунт Инк. (US)

(72) Изобретатель: Стефен Д. Андерсон[US],  
Роджер Л. Фрик[US], Глен Е.  
Монзо[US], Брайан Л. Вестфилд[US]

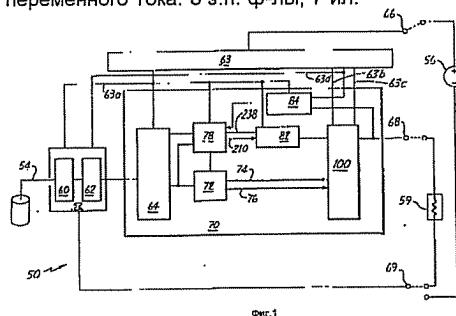
(73) Патентообладатель:  
Роузмаунт Инк. (US)

(54) ТРЕХПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАТЧИК

(57) Реферат:

Изобретение относится к передатчикам переменных процессов, питающимся от двух из трех проводов и сообщаемым через третий провод с контроллером. Техническим результатом изобретения является обеспечение согласования выходного сигнала, характеризующего переменный процесс на внешнем устройстве, принимающем сигналы переменного тока, и формирования выходного сигнала по постоянному току. Трехпроводной передатчик двунаправленно передает сигналы переменного тока на первое внешнее средство и от него и посылает сигналы постоянного тока на второе внешнее устройство. Передатчик содержит сенсорное средство и средство связи, причем оба они питаются от клеммы питания и общей клеммы передатчика. Средство связи принимает выходной сигнал сенсорного средства, характеризующий принятую переменную процесс, и передает сигналы постоянного и переменного тока на сигнальную клемму,

которая связана с обоими внешними устройствами, и также принимает сигналы переменного тока от первого внешнего устройства. Сигнал постоянного тока характеризует принятую переменную процесс, а сигнал переменного тока является цифровым отражением этой принятой переменной процесс и данных о передатчике, выбранных принятым сигналом переменного тока. 5 з.п. ф-лы, 7 ил.



RU 2 111 543 C1

RU 2 111 543 C1

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 94019337/09, 20.08.1992

(30) Priority: 25.09.1991 US 766,667

(46) Date of publication: 20.05.1998

(71) Applicant:  
Rouzmaunt Ink. (US)

(72) Inventor: Stefen D. Anderson[US],  
Rodzher L. Friki[US], Glen E. Monzo[US], Brajan  
L. Vestfild[US]

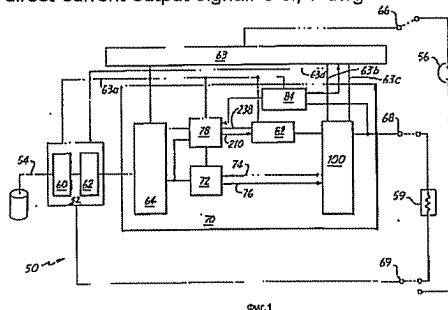
(73) Proprietor:  
Rouzmaunt Ink. (US)

(54) THREE-WIRE SWITCH

(57) Abstract:

**FIELD:** alternating process transducers, which are supplied by two or three wires and are connected to controller through third wire. **SUBSTANCE:** transducer transmits alternating current signals to first peripheral device and receives them from it and transmits direct current signals to second peripheral device. Transducer has sensor unit and communication unit which are supplied from power terminal and generic point of transducer. Communication unit receives output signal of sensor unit, which describes process variable, and transmits alternating and direct current signals to signal terminal, which is connected to both peripheral devices, and also receives alternating current signals from first peripheral device. Signal of direct current describes process variable, while alternating current signal serves as digital

representation of this process variable and transducer data selected by received alternating current signal. EFFECT: matching output signal describing alternating process to peripheral device which receives alternating current signals, generation of direct current output signal. 6 cl, 7 dwg



**RU 211543 C1**

**RU 2111543 C1**

Изобретение относится к передатчикам переменных процессов, питающимся от двух из трех проводов и сообщающимся через третий провод с контроллером.

Трехпроводной передатчик двенаправленно передает сигналы переменного тока на первое внешнее устройство и от него и посылает сигналы постоянного тока на второе внешнее устройство. Этот передатчик имеет вывод питания и общий вывод, которые связаны с выводом питания и общим выводом внешнего источника энергии. Передатчик включает сенсорное средство, которое питается от вывода питания и общего вывода, для обеспечения выходного сигнала сенсора, характеризующего переменную процесса (ПП), принятую сенсорным средством. Имеется также средство связи, получающее энергию от вывода питания и общего вывода, включающее память для хранения данных о состоянии передатчика а и ПП. Средство связи принимает выходной сигнал сенсора и выдает сигнал постоянного тока и сигнал переменного тока на сигнальный вывод, связанный с обоими внешними устройствами, а также принимает сигналы переменного тока от первого внешнего устройства. Сигнал постоянного тока характеризует принятую ПП в диапазоне частот, который включает постоянный ток, а сигнал переменного тока является цифровым отражением принятой ПП и данных передатчика, выбранных принятым сигналом переменного тока. Средство связи имеет характерный импеданс переменного тока между сигнальным и общим выводами в диапазоне частот переменного тока для приема и передачи сигналов переменного тока на первое внешнее устройство и от него, чтобы принимаемые сигналы не закорачивались и можно было принимать передаваемые сигналы. Средство связи имеет характерный импеданс постоянного тока между сигнальным и общим выводами в диапазоне частот, который включает постоянный ток и обычно достигает приблизительно 20 Гц. Характерный импеданс постоянного тока значительно ниже импеданса второго устройства, которое принимает сигналы постоянного тока, в результате чего точность передаваемого сигнала постоянного тока не страдает. В одном из применений функции первого и второго внешних устройств совмещены. Средство связи содержит микрокомпьютер, который хранит информацию о состоянии передатчика. Микрокомпьютер также принимает и передает информацию о состоянии передатчика. Контур модуляции ширины импульса кодирует сигнал постоянного тока. В средство связи входит модем для FSK-кодирования выходного сигнала сенсора. Может быть также включен контур формирования волны, которая придает формулу FSK-кодированному сигналу в соответствии со стандартом связи HART.

На фиг. 1 изображена блок-схема передатчика, выполненного в соответствии с изобретением; на фиг. 2 - детальная схема передатчика 50, показанного вместе с внешним устройством и источником питания, изображенным на фиг. 1; на фиг. 3 - схема формы волны, выходящей из контура формирования волны 82, показанного на фиг. 2; на фиг. 4 и 5 - низко- и высокочастотные

контуры, эквивалентные соответственно контурам схемы 100; на фиг. 6 - схема выходного импеданса передатчика 50 как функции частоты между выводами 68 и 69; на фиг. 7 - типовая схема для иллюстрации точности передатчика.

Показанный на фиг. 1 первый вариант трехпроводного передатчика 50 включает сенсорную схему 52, которая принимает переменные процессы такие, как давление, температура, уровень, поток pH и т.п. Трехпроводный передатчик 50 используется для управления процессом на месте. Энергия на него поступает от внешнего источника питания 56, которым, как правило, служит солнечная батарея 6 В или 12 В, обладающая способностью вырабатывать ограниченный ток. Следовательно, передатчик 50 предпочтительно потребляет мало энергии. Кроме того, при многих применениях несколько передатчиков 50 питаются от одного и того же источника питания, что делает проблему питания еще более актуальной. В предпочтительном выполнении мощность, потребляемая от источника энергии 56, не превышает 0,04 Вт.

При работе передатчика 50 внешнее устройство 59 связано с сигнальным выводом 68 передатчика. Первым видом внешнего устройства является р4учной прибор связи, который посылает сигналы переменного тока на передатчик 50, а тот в свою очередь отбирает данные о состоянии передатчика, его работе и значения ПП, хранящиеся в микрокомпьютере 64. В ответ передатчик 50 передает сигнал переменного тока, характеризующий данные, отображенные ручным средством связи. Сигналы переменного тока передаются в соответствии с протоколом HART, который изложен в документе "HART Smart Communications Protocol Data Link La Specification" фирмы Rosemount Inc., но альтернативные варианты передатчика 50 передают сообщения в соответствии с другими протоколами.

Вторым видом внешнего устройства 59, которое моно подсоединить к сигнальному выходу 68, является контроллер. В одном из таких применений передатчик 50 выдает сигнал постоянного тока, характеризующий принятую переменную процесса 54, на сигнальный выход 68. Сигнал постоянного тока обычно передается в диапазоне 1-5 В, при котором выходной потенциал характеризует переменную процесса 54, но могут быть использованы и такие альтернативные диапазоны сигналов переменного тока или напряжения, как 0,8-3,2 В. Этот вид внешнего устройства имеет характерный входной импеданс, как правило, выше 100 К в диапазоне частот постоянного тока, включающем постоянный ток и достигающем 20 Гц. В других вариантах применения контроллера передатчик 50 передает сигнал переменного тока, характеризующий принятую переменную процесса, на сигнальный вывод 68. Этот сигнал переменного тока обычно передается в соответствии с протоколом HART, но возможно применение и других альтернативных протоколов переменного тока.

Функции ручного средства связи и контроллера могут быть объединены в одном внешнем устройстве, поскольку сигнальный

вывод 68 связан с обоими устройствами. В качестве альтернативы внешнее устройство в виде ручного средства связи или контроллера может быть соединено с сигнальным выводом 68.

Сенсорный контур 52 предпочтительно содержит сенсор 60 для обнаружения переменной процесса 54, которой в данном случае является уровень. Как правило, выходной сигнал сенсора 60 представляет собой аналоговый сигнал, который преобразуется в цифровой сигнал в аналого-цифровом преобразователе 62. Предпочтительные маломощные аналого-цифровые контуры для управления процессом раскрыты в патенте США N 4791352, озаглавленном "Transmitter with Vernier Measurement", принадлежащем тому же владельцу, что и данная заявка. Обычно применение для управления процессом требует, чтоб аналого-цифровой преобразователь потреблял мало энергии, имел относительно высокую разрешающую способность, высокую скорость актуализации и занимал минимальное число сигнальных линий для передачи цифрового сигнала.

Сенсорный контур 52 питается от контура распределения энергии 63, который включает источник 63a (5 В) с фильтром для общего распределения на другие контуры в передатчике 50, эталонный источник питания 63b (1,235 В), источник питания 63c преобразователя DC-DC для аналоговой схемы и эталонный источник тока 2,5 В 63d. Распределительный контур питается от вывода питания 66, который связан с соответствующим выводом внешнего источника питания 56. Общий вывод 69 связан с общим выводом источника питания 56. Внешнее устройство 59 не нуждается в совместном использовании источника питания 56 с передатчиком 50, но должно делить с ним общий вывод 69.

Контур связи 70 содержит микрокомпьютер 64, который принимает и хранит цифровой выходной сигнал аналого-цифрового преобразователя 62. Предпочтительно микрокомпьютер 64 включает память для хранения констант, относящихся к состоянию и работе передатчика 50. Или же эти константы могут храниться во внешнем EEPROM и передаваться на микрокомпьютере 64. Константы, относящиеся к работе, включают известные погрешности в работе сенсора 60 как функцию желаемой переменной процесса, благодаря чему микрокомпьютер 64 выдает 14-разрядный цифровой сигнал с компенсацией этих погрешностей, который характеризует переменную процесса 54. Способ компенсации для передатчиков хорошо известны и раскрыты в патенте США N 4598381 на имя Cucci, принадлежащем тому же владельцу, что и данная заявка. Информация о состоянии передатчика 50 включает место расположения, дату изготовления и другую необходимую информацию.

Контур 72 модуляции ширины импульса (МШИ) принимает 14-разрядный цифровой компенсированный выходной сигнал микрокомпьютера и хранит семь верхних и семь нижних разрядов в отдельных регистрах. Комбинаторная логика в контуре 72 преобразует содержимое каждого регистра в

два кодированных шириной импульса выходных сигнала, которые называются OMSB и OLSB и показаны соответственно позициями 74 и 76. Величина содержания регистра пропорциональна ширине импульса. Величина кодированного шириной импульсов слова может быть максимум 2, что равно длине 126 тактовых импульсов. Например, если величина компенсированного выходного сигнала датчика равна 583 или эквивалентна 1001000111, контур 72 делит такой выходной сигнал на верхнее слово 100 и нижнее слово 1000111. Выходной сигнал контура 72, представляющий верхнее слово, OMSB, - это импульс длиной четыре тактовых цикла, передаваемый в течение фиксированного времени 128 тактовых циклов. Аналогично выходной сигнал контура 72, представляющий нижнее слово, OLSB, представляет собой импульс шириной 71 тактовый цикл из 128 циклов. Контур 72 предпочтительно представлен логикой CMOS в интегральной схеме специального назначения (ASIC) для того, чтобы уменьшить потребление тока.

Выходной сигнал микрокомпьютера с цифровой компенсацией, характеризующий принятую переменную процесса, также поступает на модем 78, который кодирует выходной сигнал сенсора в соответствии со стандартом Bell 202, опубликованным AT&T в "Bell System Data Communication Technical Reference, Data Sets 202s and 202T Interface Specification" в июле 1976. Модем 78 обеспечивает постоянную фазовую модуляцию в соответствии с этим описанием, и его моно заказать в отделении фирмы NCR Microelectronics Division в Форт Коллиназ, Колорадо как артикул Bell 202 Modem ASIC за номером 609-0380923. Модулированный выходной сигнал модема 78, т.е. сигнал 210, передается контуру формирования волны 82, который обеспечивает соответствие спецификации фирмы Rosemount Inc. HART Smart Communication Protocol Voltage Mode Physical Layer Specification, Rev. 1.0-Final, раздел 7.1.2, "Transmitted Waveform". Трехпроводной передатчик 50 может использовать и другие стандарты связи, подходящие для управления процессом, такие как MODBUS или протоколы DE. MODBUS - это зарегистрированный товарный знак фирмы Gould Technology Inc., а DE - протокол, разработанный фирмой Honeywell, Inc. В этих вариантах контур формирования волны 82 соответствует требованиям к форме волны, определенными упомянутыми стандартами.

Принимающий фильтр 84 принимает запросы на данные о работе и состоянии, хранящиеся в микрокомпьютере 64, от внешнего устройства 59. Запрос обычно FSK-кодирован и декодируется модемом 78 перед передачей его на компьютер 64.

Цифро-аналоговая выходная схема 100 принимает модулированные шириной импульса сигнала постоянного тока, характеризующие переменную процесса 54, и сигналы сформированной волны переменного тока. Схема 100 эффективно накладывает выходной сигнал контура формирования волны 82 на сумму выходных сигналов 74 и 76 и прибавляет полученные одновременно аналоговые и цифровые сигналы к выходному сигналу передатчика 68. Если передатчик 50

не отвечает на запрос о предоставлении информации от внешнего устройства 59, а значит, и не передает сигнал переменного тока, представляющий ответ на этот запрос, тогда передатчик 50 передает сигнал постоянного тока, характеризующий только принятую переменную процесса.

На фиг. 2 детально изображен контур формирования волны 82. Верхний отражатель тока образован PNF-транзисторами 202, 204, а нижний отражатель тока - NPN-транзисторами 206, 208. В качестве отражателей используются отражатели, обычно используемые во многих матрицах биполярных интегральных схем и, как правило, имеющие в готовых транзисторных матрицах. Сигнал 210, т.е. модулированный выходной сигнал от модема 78, поступает на контур формирования волны 82 и представляет собой квадратную волну, амплитуда которой находится между потенциалом на общем выводе 69 и практически тем же потенциалом, что и на фильтрующем источнике питания 63а (5 в). Сигнал 210 имеет исключительно короткие сроки роста и падения, характерные для большинства устройств CMOS. Когда потенциал входного сигнала 210 имеет максимальную величину, транзисторы 206 и 208 нижнего отражателя тока проводят, а транзисторы 202 и 204 верхнего отражателя тока выключены. Подобным образом, когда потенциал входного сигнала 210 имеет минимальную величину, транзисторы 206 и 208 нижнего отключены, а транзисторы 202 и 204 верхнего отражателя тока проводят.

Когда транзисторы в верхнем отражателе проводят, конденсатор 216 заряжен. Когда проводят транзисторы в нижнем отражателе, ток разряда проходит от конденсатора 216 к общему выводу 69. Дiodы 218 и 220 фиксируют потенциал конденсатора 216. Если потенциал на конденсаторе 216 возрастает в сторону потенциала на источнике 63а, диод 218 включается и проводит ток верхнего отражателя, который в противном случае пошел бы в конденсатор 216, выравнивая верхнюю часть потенциала на конденсаторе 216. Аналогично, если потенциал на конденсаторе 216 уменьшается в сторону потенциала на общем выводе 69, диод 2230 включается и проводит ток нижнего отражателя, выравнивая нижнюю часть формы волны этого потенциала. Это обеспечивает трапециевидную форму волны на выходе из контура формирования волны, как показано позицией 206 на фиг. 3.

Потенциал, при котором диод 218 начинает проводить, определяется относительными значениями резисторов 222 и 224 и перепадом на базовом эмиттере транзисторов 202 и 204. Те же два резистора и перепад на базовом эмиттере также устанавливают ток верхнего отражателя. Аналогично потенциал, при котором диод 220 начинает проводить, определяется относительными значениями резисторов 226 и 228 и перепадом напряжения на базовом эмиттере транзисторов 206 и 208. Значения резисторов 226 и 228 и перепад на базовом эмиттере аналогичным образом определяют ток нижнего отражателя. При отсутствии диодов 218 и 220 конденсатор 216 будет интегрировать эти токи, чтобы выдать треугольную форму волны на выходе контура

формирования волны. Скорость роста выхода схемы 82 определяется током отражателя и значением конденсатора 216. Ток отражателя проходит через каждую сторону отражателя приблизительно за 20 мс, когда передатчик 50 передает сигналы переменного тока, и за 10 мс, когда он не передает сигналы переменного тока. Значение конденсатора 216 выбирается таким образом, чтобы оно было приблизительно 1000 пФ, для того, чтобы эффективная RC-константа времени контура 82 отвечала требованиям HART к форме волны.

Резисторы 232 и 234 образуют резистивный делитель для сокращения абсолютной величины потенциала на конденсаторе 216. Значения резисторов 232 и 234 выбирают таким образом, чтобы они соответствовали требованиям к форме волны, определенным стандартам "HART Smart Communications Protocol Physical Layer Specification", и имели достаточное сопротивление, чтобы свести к минимуму RC-константу времени выходной формы волны контура 82. Когда передатчик 50 передает сигналы связи переменного тока, контрольный сигнал 238 от модема 78 выключает транзистор 236. Контрольный сигнал 238 предпочтителен, потому что, когда модем 78 не работает, выход 210 модема имеет высокий импеданс, который позволяет потенциалу на конденсаторе 216 упасть до потенциала на соединении коллектора и эмиттера транзистора 208, создавая таким образом короткий ложный сигнал на выходе 68, когда инициируется следующая последовательность сигналов связи переменного тока.

Расположение диодов 218 и 220 и отражателей обеспечивает резкий переход между наклонной и выравненной частью выходной формы волны, показанной соответственно позициями 302 и 304 на фиг. 3. Когда начинается движение тока через диод, на ту же величину сокращается ток в соответствующем отражателе. Ток, который в противном случае проходил бы в конденсатор 216, не только отклоняется, но и одновременно уменьшается. В большинстве схем, использующих диодные фиксаторы, напряжение фиксатора сильно зависит от температуры из-за температурной зависимости разницы потенциала на диоде. Схема в контуре формирования волны 82 обеспечивает некоторое погашение изменений падения напряжения на диоде, гарантируя таким образом значительную температурную стабильность межпикового потенциала конденсатора 216. Например, допустим, что перепад потенциала на базовом эмиттере транзисторов 202 и 204 снижается за счет повышения температуры, как и разница потенциалов на диоде 218. Однако напряжение на соединении диода 218 и резисторов 222 и 224 будет уменьшаться. Изменение потенциала конденсатора 216 в условиях проводимости диода 218 приблизительно равно сумме этих двух противоположных изменений и поэтому практически постоянное.

Потребление тока контуром 82 формирования волны определяется исключительно установленным током и может быть произвольно малым в зависимости от нагрузки конденсатора 216. Более высокие

нагрузки будут отвлекать больше тока от интегрирующего конденсатора 216, что требует, чтобы большие установленные токи отражателя поддерживали приемлемую форму волны. Буфер 230 с высоким импедансом обеспечивает сигнал с низким импедансом на схеме 100, снижая потребление тока контуром формирования волны 82. Контур 82 сводит к минимуму содержание высокочастотной энергии в форме волны за счет обеспечения отсутствия резких переходов сигналов. Это имеет преимущество, связанное с тем, что содержание высокочастотной энергии в форме волны вносит вклад в возникновение перекрестных сигналов связи между несколькими передатчиками, имеющими смежные линии питания и связи.

Стандарты выходной формы волны контура 82 определены в упомянутом выше "HART Smart Communications Protocol Physical Layer Specification". Амплитуда сигнала сформированной волны должна быть в пределах 400 - 600 мВ между пиками, если ее измерять при определенной HART тестовой нагрузке 500 Ом последовательно с конденсатором 10 МКФ, при этом время роста должно быть 75 - 100 мкс при передаче 2200 Гц и менее 200 мкс при передаче 120 Гц. Эти стандарты амплитуды и времени роста ограничивают перекрестные сигналы связи, что имеет особенно большое значение, когда разъемы питания нескольких передатчиков связаны с одним и тем же кабелем.

Показанный на фиг. 2 принимающий фильтр 84 содержит операционный усилитель 240 и резистор 242. Резистор 242 имеет достаточный импеданс, чтобы параллельное соединение резисторов 242 и 110 служило эффективным открытым контуром для остальной части схемы в передатчике 50. Значение резистора 242 должно быть достаточно большим, чтобы входящие сигналы переменного тока из внешнего устройства 59 не закорачивались. Цепь 127 предотвращает повреждение схемы передатчика 50 в случае подсоединения питания к выводу 68.

Выходная схема 100 передает сигнал сформированной волны от контура 82 через полосовой фильтр, включающий конденсатор 102, резистор 404, конденсатор 106 и резистор 108, пропускающие только FSK-частоты 1200 - 2200 Гц, как этого требует стандарт Bell 202. Сигнал, отфильтрованный полосовым фильтром, поступает на сигнальный выход 68 через резистор 110.

Схема 100 должна выполнять желаемые функции передатчика, а также отвечать стандартом HART. Первое требование заключается в том, чтобы схема 100 имела выходной импеданс в диапазоне 1000 - 2000 Ом между выводами 68 и 69 при определенной HART расширенной полосе частот 500 - 10 кГц. Во-вторых, она должна также представлять практически нулевой импеданс на выводе 68 при частотах 20 Гц и ниже. В-третьих, она должна фильтровать сигналы 74 и 76 и обеспечивать выходной сигнал практически постоянного тока. В-четвертых, схема 100 должна выдавать эти отфильтрованные сигналы на вывод 68 при заданном уровне прироста. И наконец, сигнал переменного тока должен накладываться

сверху сигнала практически постоянного тока, и сигнал переменного тока должен иметь заданный прирост.

На фиг. 4 показана схема, эквивалентная схеме 100 для низких частот и постоянного тока. Окончательный выходной импеданс на выводе 68 относительно вывода 69 почти равен нулю, как это требуется для передачи сигнала постоянного тока. Значения резисторов 112, 118, 120, 126 и 116 выбираются таким образом, что, если OLSB и OMSB (сигналы 76 и 74 соответственно) равны нулю, сумма тока, проходящего через резисторы 112, 116, 118 на контур 72 и через резистор 26 к общему выводу 69, равна току, проходящему через резистор 120, так что потенциал на сигнальном выводе 68 равен приблизительно 6 В. Аналогично, если OLSB и OMSB оба равны единице, разница между током, проходящим в суммирующее соединение через резисторы 112, 116, 118, и током через резистор 126 практически равна току, проходящему через резистор 120, в результате чего выходной постоянный ток на сигнальном выводе 68 приблизительно равен 0,5 В. Конденсаторы 123 и 124, показанные на фиг. 2, обеспечивают низкое пропускное фильтрование исходно шумных сигналов OLSB и OMSB, в результате чего модуляция ширины импульса снимается и только постоянный ток проходит в суммирующее соединение, где соединяются резисторы 118, 126, 112, 128, 120.

На фиг. 5 показана схема, эквивалентная схеме 100, для более высоких частот. В этой модели отсутствует ряд компонентов, показанных на фиг. 2. Например, конденсатором 124 служит практически короткая цепь, которая эффективно аннулирует путь обратной связи через резистор 120 и изолирует резистор 110 обратной связи. Резистор 110 последовательно соединен с выходом операционного усилителя 114. Если выбрать резистор 110 в диапазоне 1000 - 2000 Ом, то первое требование будет удовлетворено. Конденсаторы 102 и 106 схемы 100 становятся эффективными короткими цепями, за счет чего при правильном выборе резисторов 104 и 108 можно получить заданный прирост передаваемого сигнала переменного тока.

На фиг. 6 показан выходной импеданс передатчика 50 как функция частоты в Гц, воспринимаемый внешним устройством 59 между выходным выводом 68 и общим выводом 69. Для частот ниже  $f_{DC}$  выходной импеданс должен быть значительно ниже входного импеданса внешнего устройства 59, принимающего постоянный ток, с тем, чтобы передавать эффективный сигнал постоянного тока в минимум 100 кОм. В целом, выходной импеданс передатчика 50 значительно ниже, чем входной импеданс постоянного тока внешнего устройства 59, что гарантирует точность переменного сигнала постоянного тока. Согласно протоколу HART  $f_{DC}$  равно 20 Гц, а  $Z_{DC}$  равно нулю Ом. Величина 100 кОм определена в упоминавшемся выше стандарте "HART Smart Communications Protocol Voltage Mode Physical Layer Specification" в разделе 7.3. Например, если входной импеданс внешнего устройства 59, принимающего постоянный ток, равен 10 кОм, а заданная точность постоянного тока

составляет 0,1% от выходного диапазона передатчика 50, тогда выходной импеданс должен быть ниже 100 кОм, умноженных на 0,001, или 100 кОм для частот между 0 и 20 Гц.

На фиг. 7 выходной импеданс передатчика 50 показан как резистор  $R_{out}$ , а потенциал  $V_{out}$  представляет собой желаемый эффективный выходной потенциал постоянного тока передатчика 50. Резистор  $R_{in}$  представляет собой входной импеданс внешнего устройства 59, принимающего постоянный ток, а измеренный потенциал на  $R_{in}$  определяется как  $V_{in}$ . Для того, чтобы передатчик 50 сохранял точность в пределах 0,1% во всем диапазоне возможных выходных сигналов постоянного тока,

$$V_E = V_{out} \times \frac{R_E}{R_{out} + R_E}$$

Это приблизительно эквивалентно следующему уравнению для  $R_{out}$  гораздо меньше  $R_{in}$ :

$$1 - \frac{R_{out}}{R_E} > 0,999$$

или

$$R_{out} < 0,001 R_E,$$

чтобы передатчик работал с точностью 0,1%.

Для передаваемых и принимаемых частот в диапазоне расширенной полосы частот, определенной протоколом HART (500 - 10 кГц), представленных на фиг. 6 как  $f_{AC1}$  и  $f_{AC2}$ , выходной импеданс находится в пределах 1000 - 2000 Ом, поэтому сигналы, передаваемые от внешнего устройства 569, не закорачиваются и сигналы, передаваемые от передатчика 50, могут приниматься на устройстве 59. Упомянутый выше стандарт "HART Smart Communications Protocol Voltage Mode Physical Layer Specification" определяет предпочтительный диапазон выходного импеданса для расширенной полосы частот. Альтернативные стандарты связи диктуют другие уровни импеданса.

На фиг. 2 сигнал 76 поступает на схему 100 через резистор 112 и связан с суммирующим ток соединением, которое под действием операционного усилителя 114 регулирует источник питания 63b. Аналогично сигнал 74 поступает на схему 100 через резисторы 116 и 118 и связан с тем же суммирующим ток соединением. Значения резисторов 112, 116, 118 выбираются таким образом, чтобы значение резистора 112 было приблизительно в 128 раз выше суммы значений резисторов 116 и 118. Коэффициент 128 выбран для соответствия выбору 7 разрядов (или эквивалент 128) в нижнем слове, представленном последовательно на сигнал 76. Соответственно резистор 112 имеет значение 8,25 МОм, а сумма значений резисторов 116 и 118 приблизительно равна 64 кОм, хотя можно рассчитать и другие подходящие значения.

Ввиду того, что типичный потенциал на сигнальном выводе 68 составляет 1 - 5 В, можно накладывать межпиковый сигнал постоянного тока 400 - 600 мВ, измеренный на основании тестовой нагрузки HART 500 Ом,

последовательно с 10 мкФ на потенциал практически постоянного тока на выходе 68, чтобы обеспечить одновременные сигналы связи переменного тока на эффективном сигнале постоянного тока. Максимальный пик одновременного сигнала переменного и постоянного тока остается ниже, чем практически потенциал на выводе питания 66, а минимальный пик остается выше, чем потенциал на общем выводе +69, поэтому одновременный сигнал не насыщает при максимальном и минимальном значениях потенциала. Передатчик 50 выдает эффективный сигнал постоянного тока, превышающий 5 В, когда возникает условие погрешности, и в это время одновременно передаваемые сигналы переменного тока создадут выходной потенциал передатчика, который выравнивается на максимумах и минимумах этого сигнала.

Хотя изобретение было описано со ссылкой на предпочтительные варианты, специалисты в данной области поймут, что можно внести изменения в форму и детали, не отходя от идеи и объема изобретения.

#### Формула изобретения:

1. Передатчик, содержащий средство связи и сенсорное средство, причем общие клеммы сенсорного средства и средства связи объединены, являются общей клеммой передатчика и подключены к одному выводу внешнего устройства, клеммы питания сенсорного средства и средства связи соединены с клеммой питания передатчика, подключенной к выводу источника энергии, выход выдачи считанного параметра процесса сенсорного средства соединен с информационным входом средства связи, средство связи содержит приемный фильтр для приема первого сигнала напряжения переменного тока от первого внешнего устройства, компьютер для запоминания передаваемых данных и значений считанного параметра процесса, вход которого является информационным входом средства связи, средство для формирования сигнала постоянного тока и второго сигнала напряжения переменного тока, при этом второй вход и выход указанного компьютера подключены соответственно к выходу приемного фильтра и к соответствующим входам средства для формирования сигнала постоянного тока и второго сигнала напряжения переменного тока, второй вывод источника энергии подключен к общей клемме передатчика, отличающийся тем, что передатчик снабжен сигнальной клеммой, соединенной с другим выводом внешнего устройства, вход приемного фильтра подключен к сигнальной клемме и выход указанного средства для формирования сигнала подключен к сигнальной клемме, при этом сигнал постоянного тока является сигналом напряжения, а средство связи выполнено с возможностью приема первого сигнала напряжения переменного тока от первого внешнего устройства, передачи второго сигнала напряжения переменного тока в первое внешнее устройство и передачи сигнала напряжения постоянного тока.

2. Передатчик по п.1, отличающийся тем, что указанный компьютер выполнен с возможностью приема запросов из первого внешнего устройства и передачи ответа к первому внешнему устройству.

RU 2 1 1 1 5 4 3 C 1

3. Передатчик по п.1, отличающийся тем, что средство связи содержит широтно-импульсный модулятор, модем и формирователь колебаний сигнала трапецеидальной формы, связи между выходом приемного фильтра и вторым входом указанного компьютера и между выходом указанного компьютера и входами средства для формирования сигнала напряжения постоянного тока и второго сигнала напряжения переменного тока, которые выполнены соответственно посредством модема, причем вход и вход-выход указанного модема соединены с выходом приемного фильтра и входом и выходом указанного компьютера, и посредством широтно-импульсного модулятора, вход которого подключен к выходу компьютера, а выход соединен с входами средства для формирования сигнала

5

напряжения постоянного тока и второго сигнала напряжения переменного тока, выход модема через формирователь колебаний сигнала трапецеидальной формы подключен к задающему входу средства для формирования сигнала напряжения постоянного тока и второго сигнала напряжения переменного тока.

10

4. Передатчик по п.1, отличающийся тем, что импеданс средства связи по переменному току больше импеданса по постоянному току.

15

5. Передатчик по п.1, отличающийся тем, что импеданс средства связи может быть от 1000 до 2000 Ом для частот переменного тока между 500 Гц и 10 кГц.

6. Передатчик по п.1, отличающийся тем, что импеданс средства связи по постоянному току соответствует примерно 0 Ом для частот от постоянного тока до 20 Гц.

20

25

30

35

40

45

50

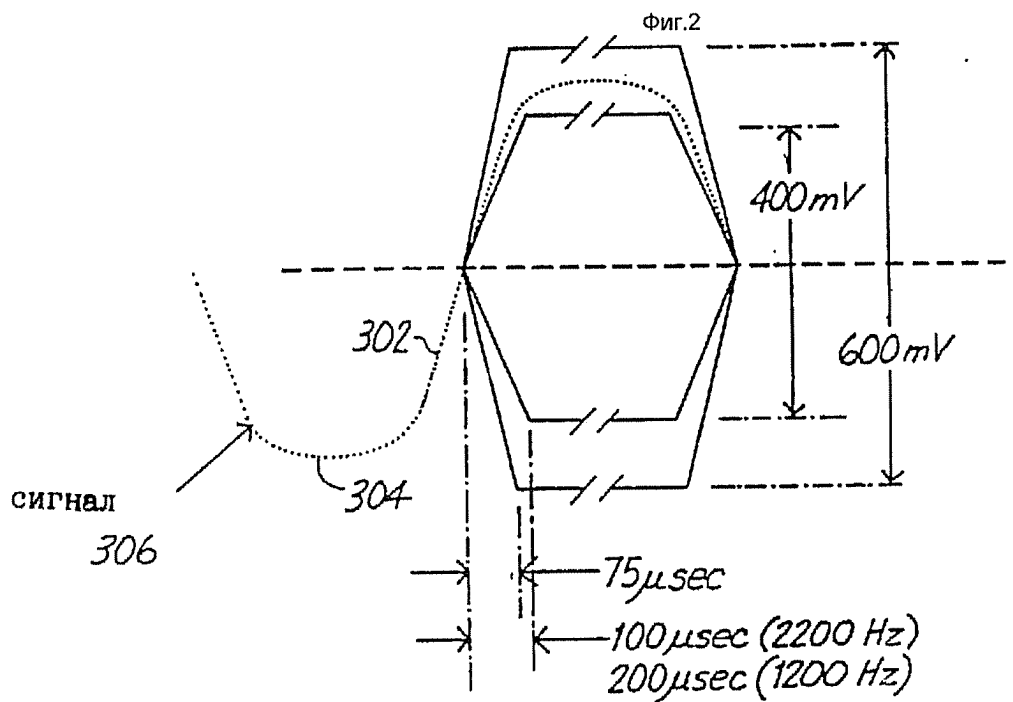
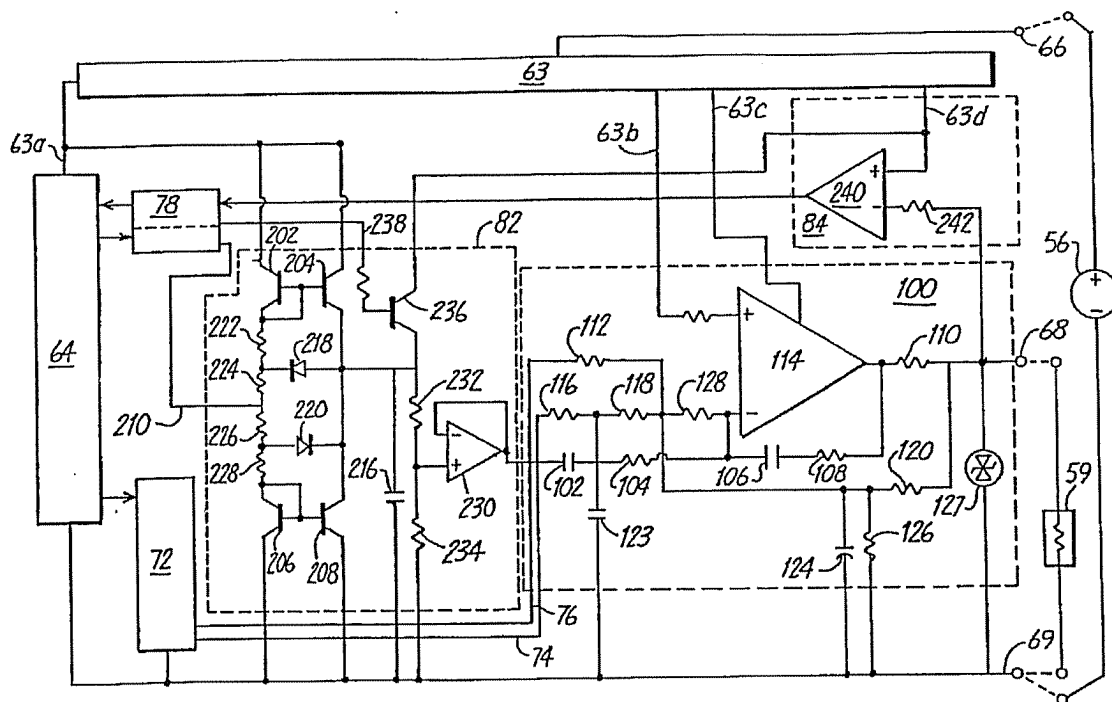
55

60

RU 2 1 1 1 5 4 3 C 1

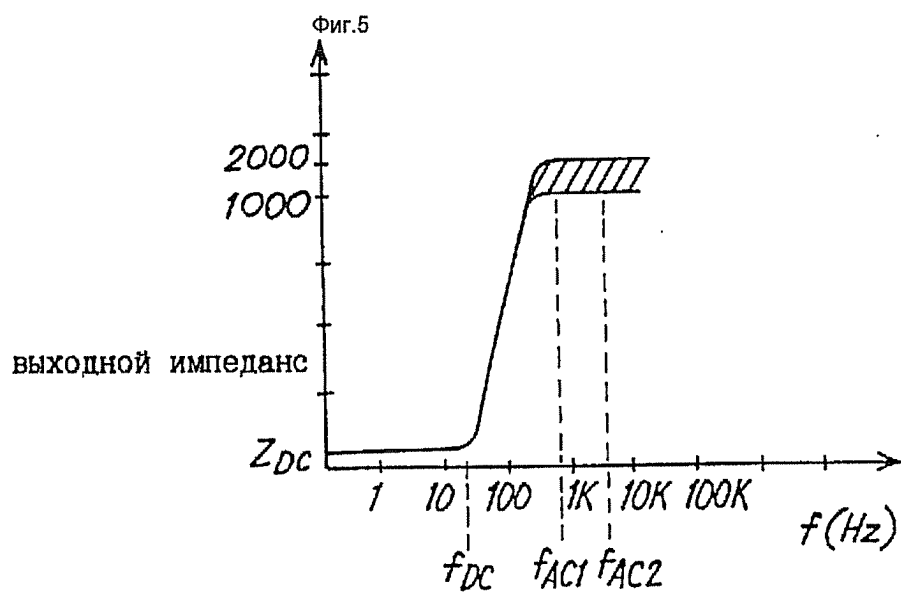
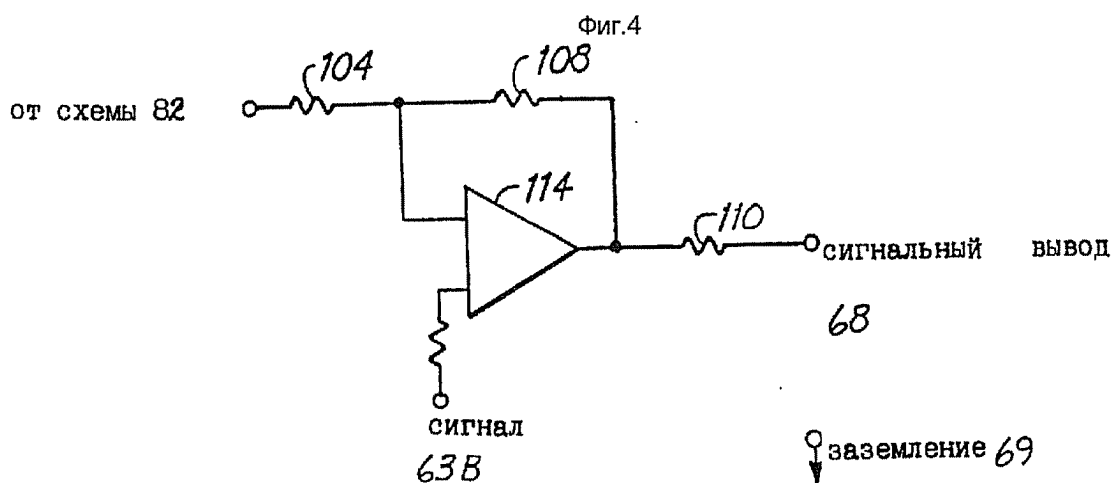
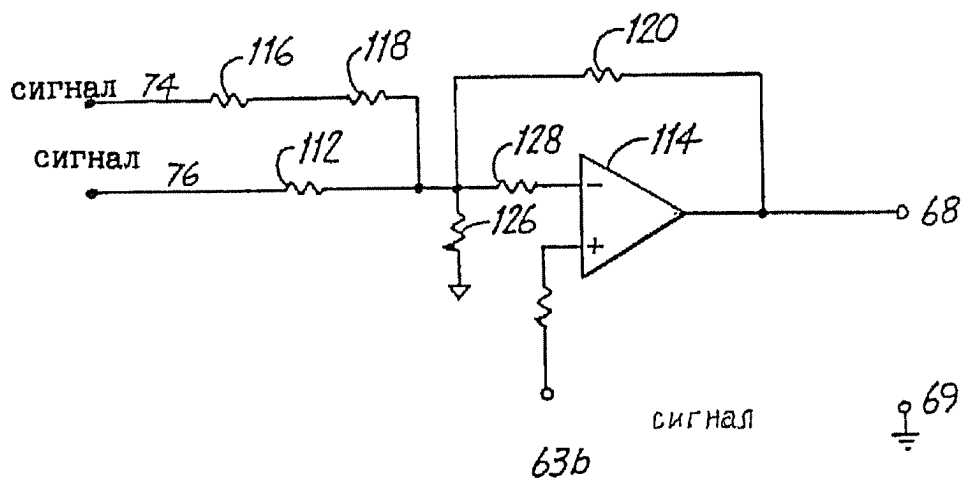


RU 2111543 C1



Фиг.3

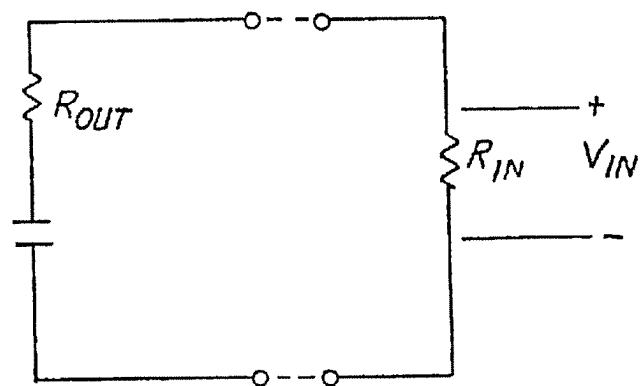
RU 2111543 C1



Фиг.6

RU 2111543 C1

RU 2111543 C1



Фиг.7

RU 2111543 C1

RU 2111543 C1